



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 100 62 091 C 1**

⑥ Int. Cl. 7:
H 01 F 27/26
H 01 F 3/10
H 01 F 27/30

⑲ Aktenzeichen: 100 62 091.4-34
⑳ Anmeldetag: 13. 12. 2000
㉑ Offenlegungstag: -
㉒ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 11. 7. 2002

DE 100 62 091 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Graubner, Urs, Dipl.-Ing., 30559 Hannover, DE

⑦④ Vertreter:
Thömen und Kollegen, 30175 Hannover

⑦⑤ Erfinder:
gleich Patentinhaber

⑥⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 37 44 122 C2
DE 37 33 376 A1
US 29 62 679
EP 00 05 836 B1

⑤④ **Induktives Bauelement**
⑤⑦ Es wird ein induktives Bauelement beschrieben. Dieses besteht aus einem zweiteiligen komplementären Schalenkern, der eine Wicklungskammer mit wenigstens einer Wicklung umfasst. Die komplementären Teile des Schalenkerns bestehen aus einer Mehrzahl benachbarter, elektrisch unverbundener, teilingförmig um die Achse des Kernquerschnittes verlaufender Drahtabschnitte aus ferromagnetischem Material.

DE 100 62 091 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein induktives Bauelement nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Induktive Bauelemente, wie Drosseln oder Übertrager werden sowohl in der Energietechnik als auch der Nachrichtentechnik verwendet. Um die Induktivität zu erhöhen und das magnetische Streufeld und damit auch die Baugröße des induktiven Bauelementes zu reduzieren, werden Kerne mit Permeabilitätszahlen $\gg 1$ eingesetzt. Für Netzfrequenzen können dies Kerne mit Blechen als M-, EI- oder U-Schnitt sein, sowie Schnittbandkerne oder Ringkerne. Im Mittel- und Hochfrequenzbereich werden Ringkerne aus Ferrit oder Hochfrequenzkerne aus Ferrit verwendet. Ringkerne, insbesondere in Form von Ringkerntransformatoren haben zwar sehr gute elektrische und magnetische Eigenschaften, allerdings liegen die Wicklungen außen und unterliegen daher der Gefahr einer mechanischen Beschädigung. Zudem müssen die einzelnen Lagen zur Vermeidung von Spannungsüberschlägen isoliert werden.

[0003] Darüber hinaus können Ringkerndrosseln oder -transformatoren nur mit Spezialmaschinen bewickelt und bandagiert werden. Sie sind daher sehr aufwendig in der Herstellung, insbesondere wegen der häufigen Maschinenumrüstung, und bei kleinen Stückzahlen kaum wirtschaftlich herzustellen.

[0004] Aus der gattungsbildenden DE 37 33 376 A1 ist ein koaxial feldgekoppelter Übertrager aus komplementären weichmagnetischen Rückschlussteilen bekannt, wobei in einer Wicklungskammer des einen Rückschlussteils eine Primärspule auf einem Trägerkörper und in einer Wicklungskammer des anderen Rückschlussteils eine Sekundärspule auf einem Trägerkörper angeordnet sind. Dabei werden zuerst die Spulen auf den Trägerkörpern gefertigt, anschließend die Spulenanordnungen mit einem Band oder Draht aus weichmagnetischem Material in einer Ringkern-Wickelvorrückung umwickelt und schließlich die Umwicklung an beiden Stirnseiten zur Bildung der Rückschlusskörper zirkular durchtrennt.

[0005] Aus der DE 37 44 122 C2 ist ferner ein Verfahren zur Herstellung eines trennbaren Transformators mit einem ähnlichen Aufbau bekannt.

[0006] Außerdem ist aus der EP 0 005 836 B1 ein induktives Bauelement mit zwei elektrischen Wickeln und einem toroidförmig um die elektrischen Wickel gewickelten weichmagnetischen Hand aus einer amorphen Legierung bekannt.

[0007] Schließlich zeigt auch die US 2 962 679 ein induktives Bauelement mit einem koaxialen Kern, der neben anderen Varianten auch aus Stäben oder Drähten bestehen kann.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein induktives Bauelement für niedrige Frequenzen zu schaffen, welches in den elektrischen und magnetischen Eigenschaften etwa der Ringkernbauform entspricht, aber gegen mechanische Beschädigung der Wicklung geschützt ist und sich wesentlich einfacher bewickeln läßt.

[0009] Diese Aufgabe wird bei einem induktiven Bauelement nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im kennzeichnenden Teil angegebenen Merkmale gelöst.

[0010] Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0011] Die Erfindung nutzt zwar die an sich bekannte Bauform der Schalenkerne, es wird aber kein Ferrit in Form eines gesinterten Ferritmaterials oder in Kunststoff eingebundenen Eisenpulvers eingesetzt. Vielmehr sind komplementäre Teile des Schalenkerns aus einer Mehrzahl benachbarter, elektrisch unverbundener Drahtabschnitte gebildet,

die aus ferromagnetischem Material bestehen.

[0012] Dabei beruht die Erfindung auf der Erkenntnis, die vom Ringkern her übliche Anordnung des Kerns und der Wicklung zu vertauschen, also anstelle der Wicklung einen Kern zu bilden und anstelle des Kerns eine Wicklung. Allerdings besteht der modifizierte Kern aus ferromagnetischem Material bei der Erfindung aus Draht bzw. Drahtabschnitten, wodurch ausgezeichnete elektrische Eigenschaften wegen geringer Wirbelstromverluste und Streuverluste erzielt werden. Während die Herstellung des Kerns aus ferromagnetischem Material, die ähnlich dem Bewickeln von Ringkernen sehr aufwendig ist, in großer Stückzahl und damit wirtschaftlich durch die Industrie vorgenommen werden kann, gestaltet sich die Herstellung der Wicklung bei den erfindungsgemäßen induktiven Bauelementen ebenso einfach wie die Herstellung einer Wicklung bei Schalenkernen. Diese können ohne weiteres in geringer Stückzahl wirtschaftlich hergestellt werden.

[0013] Durch zweckmäßige Abstufungen der Kernquerschnitte lassen sich Standardgrößen für alle Leistungsbereiche anbieten, so dass vom Endhersteller nur noch das Bewickeln vorgenommen werden muss.

[0014] Die erfindungsgemäße Lösung bietet folgende Vorteile.

[0015] Durch die Verwendung von Draht als Ausgangsmaterial entstehen im Vergleich zu Blechkernen keine Stanzverluste. Das eingesetzte Ausgangsmaterial wird daher nahezu vollständig genutzt. Die Ausgestaltung des Kernquerschnittes führt zu einem extrem geringen Überschuss an nicht magnetisch nutzbarem ferromagnetischem Material. Bezogen auf seine maximale Leistung besitzt der Kern daher ein geringes Gewicht.

[0016] Beim Wickeln des ursprünglichen Ringkerns wird zunächst ein durchgehender Draht verwendet, um über der gesamten, die spätere Wickelkammer umschließenden Querschnittsfläche des Kerns einen konstanten Querschnitt zu erzielen.

[0017] Durch die laterale Trennung entstehen zwei komplementäre Teile, die sich an ihren gegenüberstehenden Flächen axial aneinanderfügen lassen und so unabhängig von der Schnittbreite bei Trennen des ursprünglich einteiligen Ringkerns einen minimalen Luftspalt zulassen.

[0018] Durch Zusammenfügen und Fixieren der Teile an den einander zugewandten Flächen in ihrer ursprünglichen Lage stehen sich dieselben durchtrennten Drahtenden anschließend wieder gegenüber. Auf diese Weise wird eine optimale magnetische Koppelung der Teile des Ringkerns erzielt.

[0019] Der Wicklungsträgerkörper mit der Wicklung lässt sich axial in die Wicklungskammer einsetzen oder entfernen.

[0020] Durch die innen liegende Wicklung ist diese gegen mechanische Beschädigung sowie gegenüber Spannungsüberschlägen auf umgebende Bauteile geschützt. Der Kern ist außerdem extrem streuarm, da sein magnetisch wirksamer Querschnitt rings um die Wickelkammer konstant ist.

[0021] Durch die Verwendung von Drähten werden Wirbelstromverluste gegenüber einer möglichen Verwendung von segmentierten Blechen weiter reduziert. Der Kern ermöglicht so eine höhere Grenzfrequenz als bei üblichen Blechkernen. Ferner ist eine Kühlung des Kerns möglich.

[0022] Vorzugsweise bestehen die Drahtabschnitte aus in Richtung der Drahtachsen kernorientiertem Material. Hierbei kann es sich um Drahtabschnitte handeln, die Teile eines kaltgezogenen Drahtes sind. Da die Feldlinien in Wickelrichtung der Drahtabschnitte verlaufen, trägt diese Maßnahme zu einer weiteren Verringerung des magnetischen Streufeldes bei.

[0023] Die Drahtabschnitte können an ihrer Oberfläche phosphatiert sein. Hierdurch lässt sich eine elektrische Isolierung bei sehr geringer Schichtdicke erreichen und damit eine besonders kompakte Anordnung der Drahtabschnitte im inneren Bereich des Schalenkerns.

[0024] Der schwierige Vorgang des Wickelns mittels Spezialmaschinen kann industriell erfolgen. Beim anschließenden transversalen Auseinanderschneiden des Kerns werden zwangsläufig zwei komplementäre Teile gebildet.

[0025] Die einander zugewandten Flächen der komplementären Teile des Schalenkerns werden zweckmäßig plangeschliffen und durch eine isolierende Klebschicht elektrisch getrennt. Es wird hierdurch erreicht, dass bei einem extrem kleinen Luftspalt eine große magnetische Leitfähigkeit vorhanden ist, während Wirbelstromverluste reduziert werden.

[0026] Der Schalenkern weist vorzugsweise abgerundete Übergänge an der Außen- und Innenfläche auf. Im Gegensatz zu üblichen Schalenkernen aus gesintertem Ferrit oder gepressten Eisenspänen folgt der Querschnitt des Kerns daher dem Feldlinienverlauf, wodurch Streuverluste vermieden, der magnetische Widerstand reduziert und im übrigen das eingesetzte ferromagnetische Material besser genutzt wird.

[0027] Die Drahtabschnitte können durch eine Vergussmasse fixiert sein. Diese Vergussmasse sorgt dafür, dass die Drähte aus ferromagnetischem Material nach dem Wickeln auf einer Spezialmaschine mechanisch fixiert bleiben und ihre gegenseitigen Abstände einhalten. Dadurch wird eine bleibende Einhaltung der Lage der Drahtabschnitte beim Schneiden des ursprünglich einteiligen Kerns in zwei komplementäre Teile und auch beim künftigen Einsatz gewährleistet.

[0028] Vorzugsweise ist in der Wickelkammer ein zweiseitiger Wicklungsträgerkörper angeordnet, dessen komplementäre Teile jeweils einen durch Rillen oder Nuten segmentierten Seitenflansch und eine mit einer teilumlaufenden Ausnehmung versehene Mantelfläche bilden, wobei die Teilausnehmungen der Mantelfläche der komplementären Teile des Wicklungsträgerkörpers ineinander steckbar sind und in diesem Zustand eine geschlossene Mantelfläche mit zwei Seitenscheiben bilden. Ferner ist im Bereich der einander zugewandten Fläche der Schalenkerne wenigstens eine Nut ausgebildet, durch die Anschlussdrähte nach außen führbar sind.

[0029] Der Wicklungsträgerkörper dient dazu, die Wicklung in einer Wickelmaschine aufzunehmen und mechanisch zu fixieren. Dabei können auch Zwischenlagen aus Isoliermaterial in einfacher Weise eingebracht werden. Durch die Rillen oder Nuten der segmentierten Seitenflansche kann der Anschlussdraht der Wicklung dann je nach Windungsverhältnis nach außen geführt werden. Entsprechend der Größe der induktiven Bauelemente und dem Verhältnis der Windungszahlen der Wicklung können statt einer Nut auch mehrere Nuten angeordnet sein. Gleiches gilt, wenn Anschlussleitungen unterschiedliche Spannungen führen und ein ausreichender Abstand zur Vermeidung von Überschlagen eingehalten werden muss.

[0030] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. In dieser zeigen:

[0031] Fig. 1 eine perspektivische schematische Darstellung der Herstellung eines Schalenkerns aus Draht,

[0032] Fig. 2 einen Schnitt entlang der Mittelachse durch einen Kern eines erfindungsgemäßen induktiven Bauelements,

[0033] Fig. 3 eine Darstellung ähnlich Fig. 2 mit zwei Wicklungen,

[0034] Fig. 4 eine alternative Ausgestaltung eines Schnitt-

tes entlang der Längsachse durch einen Kern nach der Erfindung.

[0035] Fig. 5 eine perspektivische Ansicht eines Wicklungsträgerkörpers für Kerne nach Fig. 2 oder 3 und

5 [0036] Fig. 6 eine Draufsicht auf einen Wicklungsträgerkörper für einen Kern nach Fig. 4.

[0037] Die Darstellung nach Fig. 1 veranschaulicht zunächst die Fertigung eines Schalenkerns nach der Erfindung. Dort ist gezeigt, wie um einen Torus 12 ähnlich der Bewicklung eines Ringkerns eine Wicklung aufgebracht wird, die später den Kern 14 bildet. Hier ist zwischen zwei identische Kreistränge als Wickelform des Torus 12 mit annähernd rechteckförmigem Querschnitt eine Distanzscheibe 16 gelegt.

15 [0038] Nach dem Bewickeln wird ein Markierungsstreifen am Außenrand unverrückbar angebracht. Danach wird der Schalenkern in Vakuum getränkt und mit einem hochtemperaturbeständigem Epoxydharz vergossen, so dass die gesamte Drahtwicklung aus ferromagnetischem Material mechanisch fixiert ist. Nach Aushärtung des Epoxydharzes wird der Schalenkern 14 in der Ebene der Distanzscheibe 16 lateral vollständig durchtrennt, so dass zwei identische Hälften entstehen und die formgebenden Kreistränge des Torus 12 für den nächsten Einsatz gelöst und entnommen werden können.

[0039] Danach werden die Schnittflächen geschliffen. Dies ist zweckmäßig, um eine absolut plane Passfläche und einen minimalen Spalt beim Zusammensetzen der komplementären Teile des Schalenkerns zu gewährleisten. Die fertiggestellten Schalenkernteile können anhand der Markierungsstreifen jederzeit wieder genau in ihre Ursprungsposition gebracht werden, so dass die Schnittstellen eines jeden Drahtabschnittes wieder übereinander liegen und Streuverluste minimal sind.

35 [0040] Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch einen fertig gewickelten und vergossenen Schalenkern 14 aus zwei komplementären Teilen, die zusammengesetzt sind und an ihren zugewandten Flächen durch eine Isolierschicht 18 elektrisch getrennt sind. In einer Wicklungskammer 34 befindet sich ein Wicklungsträgerkörper 22. Ferner sind im Außenmantel des Schalenkerns 14 Nuten 20 dargestellt, durch die Anschlussleitungen nach außen geführt werden können.

45 [0041] Bei der Darstellung nach Fig. 3 ist der Wicklungskörper 22 mit zwei Wicklungen 26 und 28 bewickelt. Die Wicklungen können hier in üblicher Weise wie von induktiven Bauelementen in Schalenkernaufbau bekannt, getrennt auf den Wicklungskörper aufgebracht werden, wobei zur Isolierung der einzelnen Lagen der Wicklung Bandagen zwischengelegt werden können.

50 [0042] Während der Schalenkern 14 bei den Darstellungen nach Fig. 2 und Fig. 3 eine im Querschnitt rechteckige Wicklungskammer 34 darbietet und die Außenkontur auf der Oberseite und Unterseite in der dargestellten Ansicht konisch sich von innen nach außen verjüngt, ist bei der Darstellung nach Fig. 4 die Ober- und Unterseite parallel ausgerichtet, und stattdessen ist die Wicklungskammer 34 konisch geformt, wobei der Querschnitt sich von innen nach außen erweitert.

60 [0043] In beiden Fällen ist der für die magnetischen Feldlinien wirksame Querschnitt gleich, denn zwangsläufig befinden sich im Inneren genauso viele Drahtabschnitte wie außen. Da dieselbe Anzahl Drahtabschnitte aber im inneren Bereich auf einer größeren Fläche als außen verteilt werden muss, erscheint in der Schnittdarstellung der innere Querschnitt größer als der äußere. Dies ist aber lediglich auf die zweidimensionale Darstellung zurückzuführen, während für den wirksamen Kernquerschnitt Ringsegmente betrachtet

werden müssen, bei denen der Teilumfang im Außenbereich größer als im Innenbereich ist. Dadurch ergibt der Flächenquerschnitt multipliziert mit dem Radius und dem entsprechenden Winkelabschnitt wieder einen konstanten wirksamen Querschnitt.

[0044] Die Fig. 5 und 6 zeigen Spulenträgerkörper, und zwar ist der Spulenträgerkörper nach Fig. 5 für die Wicklungskammer 34 nach Fig. 2 und 3 geeignet und der Wicklungsträgerkörper 22 nach Fig. 6 für die Wicklungskammer 34 nach Fig. 4.

[0045] Die Wicklungsträgerkörper sind zweiteilig ausgebildet und besitzen jeweils eine Mantelfläche 30 mit Ausnehmungen, die komplementär ineinander passen. Seitlich der Mantelflächen 30 befinden sich durch Rillen oder Nuten segmentierte Flansche 32. Die Zwischenräume zwischen den Segmenten dienen zum Hindurchführen der Drähte einer Wicklung 26 oder 28, um die Anschlussleitungen der einzelnen Wicklungen seitlich durch die Schlitze herausführen zu können.

schen bilden.

9. Induktives Bauelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Seitenflansch durch Rillen oder Nuten segmentiert ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Induktives Bauelement, bestehend aus einem zweiteiligen komplementären Schalenkern (14), der eine Wicklungskammer (34) mit einem Wicklungsträgerkörper (22) und wenigstens einer Wicklung (26) umfasst, wobei die komplementären Teile des Schalenkerns (14) aus einer Mehrzahl benachbarter, elektrisch unverbundener, teilingförmig um die Achse des Kernquerschnittes verlaufender Drahtabschnitte aus ferromagnetischem Material bestehen, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweiteilige komplementäre Schalenkern (14) aus einem ursprünglich einteilig gefertigten und lateral durchtrennten Schalenkern gebildet ist, dessen Teile an den einander zugewandten Flächen in ihrer ursprünglichen Lage zusammengefügt und fixiert sind.
2. Induktives Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drahtabschnitte aus in Richtung der Drahtachsen kernorientiertem Material bestehen.
3. Induktives Bauelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Drahtabschnitte Teile eines kaltgezogenen Drahtes sind.
4. Induktives Bauelement nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass die Drahtabschnitte an ihrer Oberfläche phosphatiert sind.
5. Induktives Bauelement nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass die einander zugewandten Flächen der komplementären Teile des Schalenkerns (14) plangeschliffen und durch eine isolierende Klebschicht (18) elektrisch getrennt sind.
6. Induktives Bauelement nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalenkern (14) abgerundete Übergänge an der Außen- und Innenfläche aufweist.
7. Induktives Bauelement nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, dass die Drahtabschnitte durch eine Vergussmasse fixiert sind.
8. Induktives Bauelement nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, dass der Wicklungsträgerkörper (22) zweiteilig ausgebildet ist, dessen komplementäre Teile jeweils einen segmentierten Seitenflansch (32) und eine mit einer teilumlaufenden Ausnehmung versehene Mantelfläche (30) bildet, wobei die Teilausnehmungen der Mantelflächen (30) der komplementären Teile des Wicklungsträgerkörpers (22) ineinander steckbar sind und in diesem Zustand eine geschlossene Mantelfläche mit zwei Seitenflan-

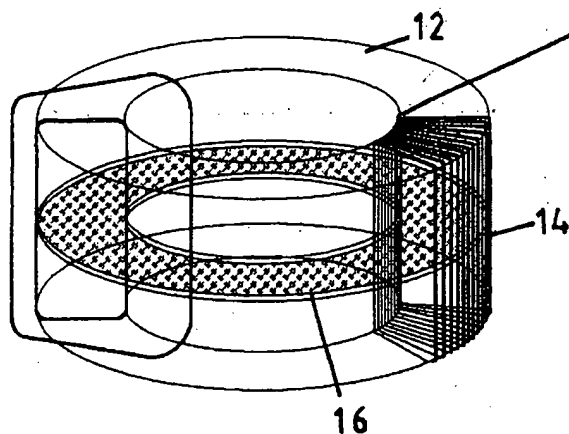


Fig. 1

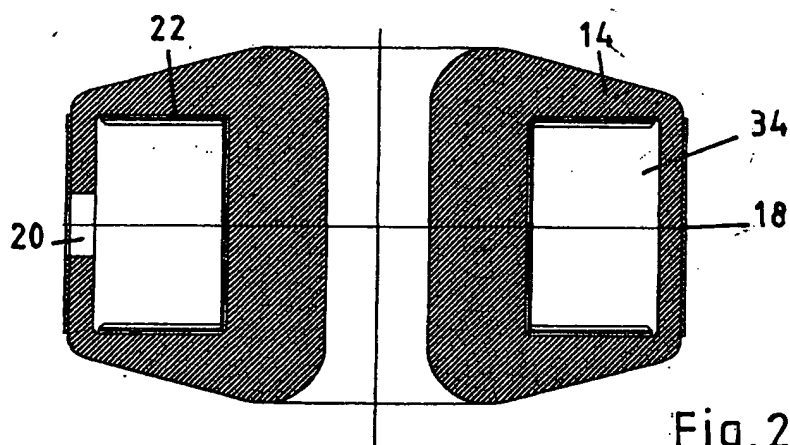


Fig. 2

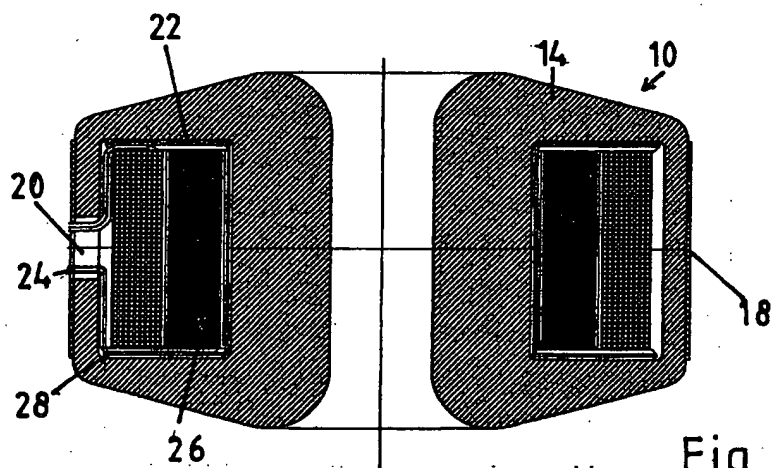


Fig. 3

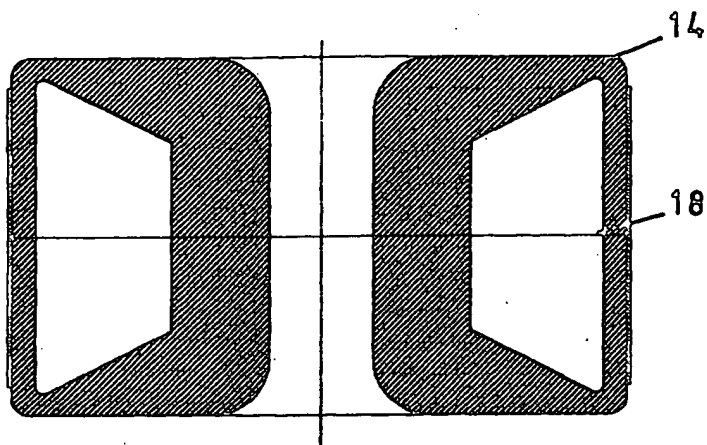


Fig. 4

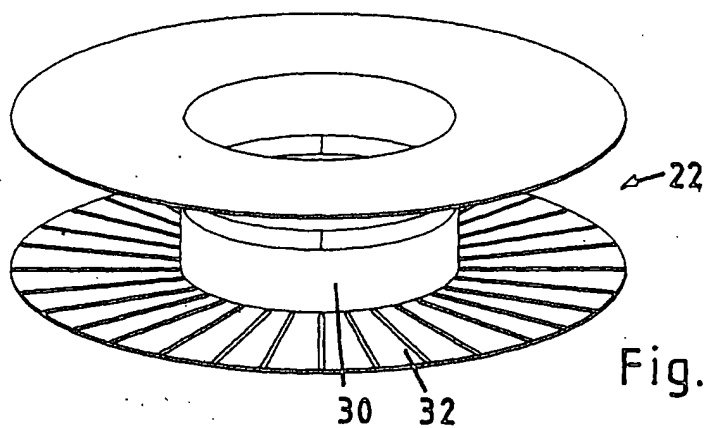


Fig. 5

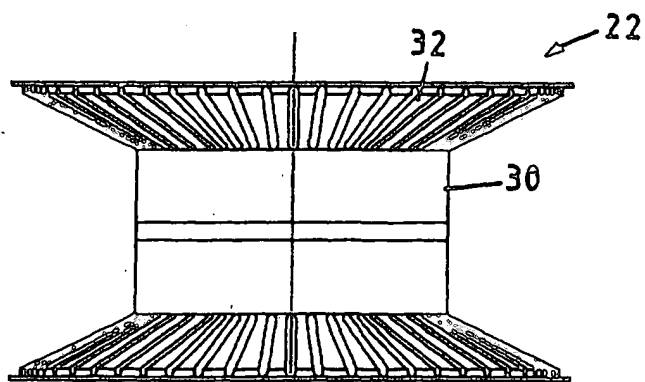


Fig. 6

Translation of part of DE 10062091.

[0008] The problem which is solved by the invention is to provide an inductive component for lower frequencies, which corresponds to a ring core in its electric and magnetic properties but where the windings are protected against mechanical damage and are easier to wind.

[0011] The invention uses the known construction form of a ring core but no ferrite is used in the form of a sintered ferrite material or as iron powder in a plastic material. Complementary parts of the shell core are provided by means of several adjacent wire segments that are not electrically connected to one another and which consist of ferromagnetic material.

[0012] The invention is based on the concept of replacing the core by the windings. The modified core of ferromagnetic material consists of wires or wire segments and in this way excellent electric properties regarding low eddy current losses and stray losses can be reached. ...

[0015] By using wires of as material, losses related to stamping as compared with sheet material are avoided...

[0016] When winding the original ring core a continuous wire is used to obtain a constant cross-section in the whole surface of the core which later will enclose the winding chambers.

[0017] Because of the lateral division there are two complementary parts which can be joined to one another in the surface facing one another and which will provide a minimum air gap independent of the width of the separation of the originally one-piece core.

[0018].... The surfaces facing one another are put together as originally ... and thus an optimal magnetic coupling of the parts of the ring core is obtained.

[0022]... Since the field lines run in the winding direction of the of the wire parts, a further reduction of the stray field is achieved.

[0037] In figure 1 it is shown the production of a shell core according to the invention. It is shown how a winding is situated around a torus 12 as when a ring core is produced, which winding later will provide the core 14. Here a spacing disc 16 is situated between two identical rings.